



(21) Aktenzeichen: P 40 27 947.2  
 (22) Anmeldetag: 4. 9. 90  
 (43) Offenlegungstag: 5. 3. 92

## (71) Anmelder:

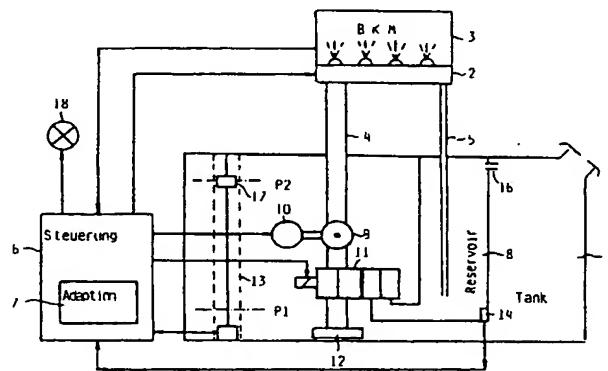
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

## (72) Erfinder:

Casari, John, Farmington Hills, Mich., US

## (54) Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine

(57) Ein System zum Versorgen einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff weist folgende Funktionsgruppen auf:  
 - einen Tank (1);  
 - ein Reservoir (8) für Kraftstoff;  
 - eine Pumpe (9);  
 - ein Umschaltventil (11), an das der Tank, das Reservoir und die Pumpe angeschlossen sind;  
 - eine Zumeßeinrichtung (2) zum Zumessen von Kraftstoff zu angesaugter Luft;  
 - eine Zuleitung (4) zum Zuleiten von Kraftstoff von der Pumpe zur Zumeßeinrichtung;  
 - eine Leitung (5) ins Reservoir, zum Befüllen desselben mit einem Teilstrom des von der Pumpe geförderten Kraftstoffs;  
 - eine Verbindung (15) zwischen einer Kraftstoffleitung und dem Reservoir, um dieses wieder zu füllen, wenn die Pumpe Kraftstoff aus dem Tank fördert;  
 - und eine Steuerung (6) zum Ansteuern der Pumpe, der Zumeßeinrichtung und des Umschaltvents;  
 -- wobei die Steuerung (6) so ausgebildet ist, daß sie bei kalter Brennkraftmaschine das Umschaltventil so schaltet, daß von der Pumpe Kraftstoff aus dem Reservoir in die Zuleitung gepumpt wird, und bei warmer Brennkraftmaschine das Umschaltventil so schaltet, daß die Pumpe Kraftstoff aus dem Tank in die Zuleitung fördert.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein System zum Versorgen einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff.

## Stand der Technik

Jedes übliche derartige System weist folgende Merkmale auf:

- einen Tank;
- eine Pumpe;
- eine ZumeEinrichtung zum Zumessen von Kraftstoff zu angesaugter Luft;
- eine Zuleitung zum Zuleiten von Kraftstoff von der Pumpe zur ZumeEinrichtung;
- und eine Steuerung zum Ansteuern der Pumpe und der ZumeEinrichtung.

Fahrzeuge, deren Brennkraftmaschine dazu in der Lage ist, unterschiedlichen Kraftstoff zu verbrennen, z. B. Benzin oder Benzin/Methanol-Gemische, weisen herkömmlicherweise außerdem einen Sensor zum Messen der Zusammensetzung geförderten Kraftstoffs auf. Die Signale von einem solchen Sensor ermöglichen es, adaptierte Vorsteuerwerte für die Kraftlicherweise außerdem ein Sensor zum Messen der Zusammensetzung des Tankinhalts vorhanden. Die Signale von einem solchen Sensor ermöglichen es, adaptierte Vorsteuerwerte für die Kraftstoffzumessung an die jeweilige Kraftstoffzusammensetzung anzupassen. Vorsteuerwerte werden für eine vorgegebene Art von Kraftstoff, z. B. Benzin, auf einem Prüfstand appliziert. Während des Betriebs der Brennkraftmaschine werden diese Vorsteuerwerte, z. B. Einspritzzeiten, mit Hilfe einer Adaption an die jeweils aktuellen Betriebsbedingungen angepaßt. Das Anpassen an die jeweilige Kraftstoffzusammensetzung erfolgt mit Hilfe des Signals vom genannten Sensor, der die Kraftstoffzusammensetzung mißt. Wurden Einspritzzeiten für Verwendung von Benzin appliziert, sind diese Einspritzzeiten z. B. um etwa 50% zu verlängern, wenn der genannte Sensor meldet, daß der aktuelle Tankinhalt aus etwa 50% Benzin und 50% Methanol besteht.

In der Kraftfahrzeugelektronik ist man grundsätzlich bemüht, mit so wenigen Sensoren wie möglich auszukommen. Es existieren dementsprechend auch verschiedene Vorschläge, den genannten Sensor zum Erfassen der Kraftstoffzusammensetzung einzusparen. PCT/EP-88/01 137 schlägt ein Verfahren vor, bei dem nach jedem Betanken die Regelabweichung im Lambdaregelungskreis gemessen wird und ein Adoptionswert so verändert wird, daß die ermittelte Regelabweichung verschwinden soll. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß es nur dann funktioniert, wenn die Lambdaregelung aktiv ist, was aber insbesondere bei kalter Brennkraftmaschine nicht der Fall ist. Aber auch bei warmer Maschine ist das Verfahren aufgrund der sprunghaften Änderung des Adoptionswertes problematisch, da dieses Vorgehen leicht zu Regelschwingungen führen kann.

DE-A-40 17 733 schlägt verschiedene Verfahren vor, die auch bei kalter Brennkraftmaschine selbst dann für Betriebsfähigkeit der Maschine sorgen, wenn sich die Kraftstoffzusammensetzung beim Betanken stark ändert, z. B. dadurch, daß ein Benzin enthaltender Tank fast leergefahren wurde und dann ein Kraftstoff mit überwiegend Methanol betankt wurde. Mit Hilfe der Tankstände vor und nach dem Betanken und auf Grund-

lage der Daten zu käuflichen Kraftstoffen wird abgeschätzt, was für Kraftstoffzusammensetzungen vorliegen können. Die Vorsteuerwerte werden dann für den Betrieb der Brennkraftmaschine mit Kraftstoffen der möglichen Zusammensetzungen verändert, und es wird untersucht, unter der Annahme welcher Zusammensetzung die Maschine am besten läuft. Mit diesen Werten wird dann weitergeregelt. Unabhängig davon, ob dieses Verfahren bei kalter Brennkraftmaschine angewandt wird oder nicht, wird dann, wenn die Lambdaregelung freigegeben ist, nach dem Betanken eine Adaption mit kurzer Zeitkonstante ausgeführt.

Auch die eben beschriebenen Verfahren weisen noch Probleme auf, z. B. dadurch, daß die genannte schnelle Adaption noch eine leichte Neigung zu Regelschwingungen hervorruft, allerdings bei weitem nicht so stark wie beim Verfahren der genannten PCT-Anmeldung mit sprunghafter Änderung eines Adoptionswertes. Beim Betrieb der Brennkraftmaschine mit Werten für die unterschiedlichen möglichen Kraftstoffzusammensetzungen kommt es dann zu schlechtem Motorlauf, wenn gerade mit denjenigen abgeschätzten Werten gesteuert wird, die am weitesten von denjenigen abliegen, die für die tatsächlich vorliegende Kraftstoffzusammensetzung gelten.

Es bestand demgemäß unverändert das Problem, ein System zum Versorgen einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff anzugeben, das so ausgebildet ist, daß möglichst störungsfreier Lauf der Brennkraftmaschine auch dann erzielbar ist, wenn beim Betanken Kraftstoff nachgefüllt wurde, der sich in seiner Zusammensetzung stark vom Kraftstoff unterscheidet, der der Brennkraftmaschine vor dem Betanken zugeführt wurde.

## Darstellung der Erfindung

Das erfindungsgemäße System zum Versorgen einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff weist folgende Merkmale auf:

- einen Tank;
- ein Reservoir für Kraftstoff;
- eine Pumpe;
- ein Umschaltventil, an das der Tank, das Reservoir und die Pumpe angeschlossen sind;
- eine ZumeEinrichtung zum Zumessen von Kraftstoff zu angesaugter Luft;
- eine Zuleitung zum Zuleiten von Kraftstoff von der Pumpe zur ZumeEinrichtung;
- eine Leitung ins Reservoir zum Befüllen desselben mit einem Teilstrom des von der Pumpe geförderten Kraftstoffs;
- und eine Steuerung zum Ansteuern der Pumpe, der ZumeEinrichtung und des Umschaltventils,
- wobei die Steuerung so ausgebildet ist, daß sie bei kalter Brennkraftmaschine das Umschaltventil so schaltet, daß von der Pumpe Kraftstoff aus dem Reservoir in die Zuleitung gepumpt wird, und bei warmer Brennkraftmaschine das Umschaltventil so schaltet, daß die Pumpe Kraftstoff aus dem Tank in die Zuleitung fördert.

Wenn ein Fahrzeug mit einem derartigen Kraftstoffversorgungssystem betankt wird, ändert sich nur die Zusammensetzung des Kraftstoffs im Tank, nicht jedoch die im Reservoir. Bei kalter Brennkraftmaschine wird Kraftstoff aus dem Reservoir gefördert, also genau derjenige Kraftstoff, wie er auch vor dem Betanken der

Brennkraftmaschine zugeführt wurde. Erst wenn die Brennkraftmaschine warm ist, also ein Adaptieren des Lambdaregelungsverfahrens ausgeführt werden kann, wird Kraftstoff aus dem Tank gefördert. Die Adaption paßt dann die Vorsteuerung an die neue Zusammensetzung des Kraftstoffs an. Das Reservoir wird gleichzeitig mit Tankkraftstoff, vorzugsweise mit Kraftstoff aus einer Rücklaufleitung, befüllt, so daß nach einem neuen Betanken wiederum Kraftstoff der alten Zusammensetzung für einige Zeit zur Verfügung steht. Der Inhalt des Reservoirs ist so zu bemessen, daß er mit Sicherheit ausreicht, die Brennkraftmaschine mit dem alten Kraftstoff so lange zu versorgen, bis diese auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen betriebswarm ist. Vorzugsweise wird das Reservoir so groß gewählt, daß es genügend Volumen für mehrere Aufwärmphasen nach dem Betanken enthält; dies für den Fall, daß die Brennkraftmaschine nach dem Betanken mehrfach nur so kurz betrieben wird, daß sie in keinem der Fälle ausreichend betriebswarm für adaptive Lambdaregelung wird.

Ausreichende Betriebswärme der Brennkraftmaschine kann z. B. durch Messen der Motortemperatur festgestellt werden. Vorteilhafter ist es jedoch, ausreichende Betriebswärme dann anzunehmen, wenn das Signal zum Freigeben adaptiver Lambdaregelung ausgegeben wird. Dies, weil dies der Zeitpunkt ist, ab dem die adaptive Lambdaregelung Korrekturen an Vorsteuerwerten vornehmen kann, wie sie erforderlich sind, um die Lambdaregelung an eine geänderte Zusammensetzung des Kraftstoffs anzupassen.

Vorzugsweise ist das System so ausgebildet, daß es nach jedem Betanken abschätzt, z. B. in der weiter oben angegebenen Weise, welche Kraftstoffzusammensetzungen möglich sind. Nur dann, wenn sich die für das Zumessen von Kraftstoff zur angesaugten Luft ungünstige Zusammensetzung um mehr als eine vorgegebene Differenz von der zuvor vorliegenden Zusammensetzung unterscheidet, wird das Umschaltventil so geschaltet, daß Kraftstoff aus dem Reservoir statt aus dem Tank gefördert wird.

Das Umschaltventil wird auf jeden Fall für Förderung aus dem Tank umgeschaltet, wenn ein Pegelsensor im Reservoir anzeigt, daß dieses leer ist.

#### Zeichnung

Die einzige Figur zeigt schematisch ein Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine mit einem Tank, einem Reservoir und einer Pumpe sowie einem Umschaltventil zum Hin und Herschalten des Pumpeneingangs zwischen Reservoir und Tank.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Das System gemäß der Figur weist einen Tank 1, eine Zumeßeinrichtung 2 an einer Brennkraftmaschine 3, eine Zuleitung 4 zwischen Tank und Zumeßeinrichtung 2, eine Rückleitung 5 zwischen Zumeßeinrichtung 2 und einem Reservoir 8 sowie eine Steuerung 6 mit Adaption 7 auf. Innerhalb des Tanks 1 sind das Reservoir 8, eine Kraftstoffpumpe 9 mit elektrischem Antriebsmotor 10, ein elektrisch angesteuertes Umschaltventil 11, ein Ansaugfilter 12 und ein Füllstandsmesser 13 angeordnet. Nahe dem Boden des Reservoirs 8 befindet sich ein Pegelsensor 14.

Das Umschaltventil 11 ist durch Signale von der Steuerung 6 so hin- und herschaltbar, daß es den Eingang der Pumpe 9 entweder mit dem Ansaugfilter 12

oder dem Reservoir 8 verbindet. Die Steuerung ist so ausgebildet, daß sie das Umschalten nach folgenden Gesichtspunkten vornimmt.

Es sei angenommen, daß die Steuerung 6 zu einem ersten Zeitpunkt einen tiefen Pegel P1 des Kraftstoffs im Tank mißt. Dieser Wert werde abgespeichert, bevor die Zündung der Brennkraftmaschine 3 abgeschaltet wird. Nach dem Wiedereinschalten der Zündung liege ein höherer Pegel P2 vor. Liegt die Pegeldifferenz über einem vorgegebenen Wert, schließt die Steuerung 6 aus der Differenz, daß ein Betanken erfolgte. Es sei weiter angenommen, daß die Brennkraftmaschine 3 eine solche ist, die mit unterschiedlichen Kraftstoffen, insbesondere Benzin/Methanol-Gemischen unterschiedlicher Zusammensetzung betrieben werden kann. In diesem Fall ist es nicht auszuschließen, daß der Fahrzeugbenutzer eine andere Kraftstoffmischung tankte, als sie zuvor im Tank 1 vorlag. Stellt die Steuerung einen Tankvorgang fest, untersucht sie, ob durch eine eventuelle Änderung der Kraftstoffzusammensetzung negative Auswirkungen auf die Zumessung von Kraftstoff zu Luft in bezug auf den Lambdawert zu befürchten sind. Dies kann wie folgt geschehen. Es sei angenommen, daß die Vorsteuerwerte für die Lambdaregelung für Betreiben der Brennkraftmaschine mit Benzin appliziert sind. Die Vorsteuerwerte können mit Hilfe eines adaptierten Korrekturwertes an andere Kraftstoffzusammensetzungen angepaßt werden. Der entsprechende Adoptionswert vor dem Betanken sei 1.2, was bedeutet, daß vermutlich eine Kraftstoffmischung von etwa 80% Benzin und 20% Methanol vorlag. Käufliche Kraftstoffe seien Benzin und eine Mischung von 20% Benzin und 80% Methanol. Die mögliche Zusammensetzung des Kraftstoffs nach dem Betanken hängt vom Verhältnis der Pegel P2 und P1 und den möglichen Zusammensetzungen des getankten Kraftstoffs ab. Die Steuerung berechnet aus den genannten Werten, welche Kraftstoffzusammensetzungen abschätzungsweise vorliegen. Es sei angenommen, daß die ungünstigste mögliche neue Zusammensetzung eine Änderung von Einspritzzeiten von mehr als einigen Prozent erfordert. In diesem Fall untersucht die Steuerung 6, ob die Brennkraftmaschine 3 bereits so warm ist, daß sie die entsprechende Anpassung der Einspritzzeiten durch adaptive Lambdaregelung ausgleichen kann. Ist dies nicht der Fall, steuert sie das Umschaltventil 11 so an, daß dieses den Ausgang des Reservoirs 8 mit der Pumpe 9 verbindet. Nach dem Betanken ist das Reservoir 8 noch vollgefüllt mit Kraftstoff, wie er vor dem Betanken vorlag. Die Pumpe 9 fördert also nach wie vor Kraftstoff der altbekannten Zusammensetzung. Die Steuerung untersucht weiterhin, ob für die Brennkraftmaschine 3 adaptive Lambdaregelung freigegeben werden kann.

Sobald dies der Fall ist, steuert die Steuerung 6 das Umschaltventil 11 in die in der Figur eingezeichnete Stellung, also diejenige Stellung, in der die Pumpe 9 Kraftstoff über das Ansaugfilter 12 aus dem Tank 1 fördert. Die Kraftstoffzumeßeinrichtung 2 erhält nun Kraftstoff neuer Zusammensetzung, was neue Einspritzzeiten erforderlich macht. Diese werden mit Hilfe einer schnellen adaptiven Lambdaregelung berechnet.

Die Rückleitung 5 dient dazu, das beim zuvor beschriebenen Ablauf teilweise entleerte Reservoir wieder zu befüllen. Sobald es ganz gefüllt ist, drückt Kraftstoff durch ein Entlüftungsrohr 16 aus dem Reservoir in den Tank 1. Dadurch kann dauernd weiter Kraftstoff, wie er aus dem Tank 1 gefördert wird, als rücklaufender Teilstrom in das Reservoir 8 strömen, so daß dieses nach

einiger Zeit dieselbe Kraftstoffzusammensetzung aufweist wie der Tank. Dadurch ist gewährleistet, daß nach einem erneuten Betanken der vorstehend beschriebene Ablauf funktionsmäßig gleich wieder ablaufen kann.

Da die Steuerung 6 so ausgebildet ist, daß sie erst dann das Umschaltventil 11 so schaltet, daß Kraftstoff aus dem Tank 1 angesaugt wird, wenn die Brennkraftmaschine ausreichend betriebswarm ist, besteht die Gefahr, daß das Reservoir 8 leergepumpt wird, wenn unerwartet lange Zeit bis zu ausreichender Betriebswärme verstreichen sollte, oder wenn durch Kurzfahrten mehrere Anwärmphasen ablaufen, ohne daß ausreichende Betriebswärme erreicht wird. Um in diesem Fall ein Stillsetzen der Brennkraftmaschine 3 auszuschließen, gibt der nahe dem Boden des Reservoirs 8 angeordnete Pegelsensor 14 ein Signal aus, wenn der Kraftstoffpegel im Reservoir 8 bis auf die Höhe des Pegelsensors 14 gefallen ist. In diesem Fall schaltet die Steuerung 6 das Umschaltventil 11 für Ansaugen aus dem Tank um, selbst wenn die Brennkraftmaschine 3 noch nicht ausreichend warm für adaptive Lambdaregelung ist.

Das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel kann in verschiedener Weise abgewandelt werden. Der Pegelsensor 14 kann z. B. direkt das Umschaltventil 11 ansteuern. Der Füllstandsmesser 13 kann beliebig ausgestaltet sein, muß also nicht einen Schwimmer 17 aufweisen, wie in der Figur angedeutet. Die Pumpe 9, das Umschaltventil 11 und das Reservoir 8 können außerhalb statt innerhalb des Tanks 1 angeordnet sein. Die Pumpe 9 kann statt als Pumpe, die durch Drehen des Zündschlüssels ein- und ausgeschaltet wird, und in eingeschaltetem Zustand dauernd mit voller Leistung fördert, oder auch als bedarfsoorientierte Pumpe ausgebildet sein. Fehlt bei einem System mit einer solchen Pumpe eine Rücklaufleitung, kann ein stark gedrosselter Zulauf-Teilstrom zum Befüllen des Reservoirs verwendet werden.

Es sei darauf hingewiesen, daß die Steuerung 6 vorzugsweise auch dann bei betriebswarmer Brennkraftmaschine das Umschaltventil 11 so schaltet, daß die Kraftstoffpumpe 9 mit dem Reservoir 8 verbunden wird, wenn der Füllstandsmesser 13 anzeigt, daß der Tank 1 leer ist. Gleichzeitig wird eine Warnleuchte 18 zum Aufleuchten gebracht, die dem Fahrer anzeigt, daß bereits Kraftstoff aus dem Reservoir verbraucht wird, das ja eigentlich in vollem Zustand gehalten werden sollte, um für möglichst lange Betriebsdauer Kraftstoff alter Zusammensetzung nach einem Betanken zur Verfügung zu stellen.

50

#### Patentansprüche

1. System zum Versorgen einer Brennkraftmaschine (3) mit Kraftstoff, mit
  - einem Tank (1);
  - einer Pumpe (9);
  - einer Zumebeinrichtung (2) zum Zumessen von Kraftstoff zu angesaugter Luft;
  - einer Zuleitung (4) zum Zuleiten von Kraftstoff von der Pumpe zur Zumebeinrichtung;
  - und einer Steuerung (6) zum Ansteuern der Pumpe und der Zumebeinrichtung;

gekennzeichnet durch

- ein Reservoir (8) für Kraftstoff;
- ein Umschaltventil (11), an das der Tank, das Reservoir und die Pumpe angeschlossen sind;
- eine solche Ausbildung der Steuerung, daß sie bei kalter Brennkraftmaschine das Um-

5

schaltventil so schaltet, daß von der Pumpe Kraftstoff aus dem Reservoir in die Zuleitung gepumpt wird, und bei warmer Brennkraftmaschine das Umschaltventil so schaltet, daß die Pumpe Kraftstoff aus dem Tank in die Zuleitung fördert;

– und eine Leitung (5) ins Reservoir zum Befüllen desselben mit einem Teilstrom des von der Pumpe geförderten Kraftstoffs.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitung ins Reservoir (8) eine Rückleitung (15) und der Teilstrom ein Rücklaufstrom ist.

3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (6) ein Adoptionsmittel (7) aufweist und sie den Zustand gesperrter Adaption als Zustand einer kalten Brennkraftmaschine und den Zustand freigegebener Adaption als Zustand einer warmen Brennkraftmaschine wertet.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch

- einen Füllstandsmesser (13) zum Messen des Füllstands des Tanks (1);
- und eine solche Ausbildung der Steuerung (6), daß diese
- untersucht, ob sich der Füllstand von einer Messung zur nächsten um mehr als einen vorgegebenen Betrag verändert;
- falls dies der Fall ist, die für das Zumessen von Kraftstoff zur angesaugten Luft ungünstigste mögliche Zusammensetzung des Tankinhals abschätzt;
- und das Umschaltventil (11) auch bei kalter Brennkraftmaschine so schaltet, daß die Pumpe (9) Kraftstoff aus dem Tank (1) in die Zuleitung (4) fördert, wenn sich die abgeschätzte Zusammensetzung um weniger als eine vorgegebene Differenz von der vor dem Ansteigen des Tankinhals vermutlich vorliegenden Zusammensetzung unterscheidet.

5. System nach einem der Ansprüche 1 – 4, gekennzeichnet durch

- einen Pegelsensor (14) im Reservoir (8);
- und eine solche Ausbildung der Steuerung (6), daß sie das Umschaltventil (11) auch bei kalter Brennkraftmaschine so schaltet, daß die Pumpe (9) Kraftstoff aus dem Tank (1) in die Zuleitung (4) fördert, wenn das Signal vom Pegelsensor anzeigt, daß das Reservoir leer ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

**— Leerseite —**

